

九州工業大学学術機関リポジトリ



Title	接触式センサの性能改善法に関する研究
Author(s)	和田, 秀樹
Issue Date	2015-09-25
URL	http://hdl.handle.net/10228/5518
Rights	

氏 名	和田 秀樹
学位の種類	博 士 (工学)
学位記番号	工博甲第395号
学位授与の日付	平成27年 9月25日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	接触式センサの性能改善法に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 大屋 勝敬
	〃 金 亨燮
	准教授 相良 慎一
	〃 和田 親宗

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

プラント等の大型構造物の検査において、接触型の超音波センサがよく用いられている。従来、配管に存在する欠陥等は、人の手によって検査されていた。しかし、膨大な時間が必要となることに加え、人による検査が難しい配管等が存在するという問題もあった。近年、大型構造物の検査コストの削減を目指し、素早く検査が可能で、かつ、人による検査が難しい場所等でも検査が可能な検査ロボットシステムの開発が行われている。現在開発されている検査ロボットシステムには、配管内を走行しながら検査するシステムや、構造物の外側から超音波センサを被検体に押し付けながらセンサ部を自動で動かすシステムなどがある。

これらの検査システムでは、センサの被検体表面上での走査速度を早くすることにより、検査時間を短くすることができ検査コストが軽減できる。しかし、一般に被検体表面には凹凸が存在する。このような被検体表面上を高速走査した場合、被検体に接触しているセンサ部に振動が発生し、計測精度が低下してしまう。さらに、この振動によりセンサ部が壊れる危険性もある。

被検体表面に対して平行でない向きの欠陥を精度よく検出するには、超音波の入射方向が欠陥面に対して垂直となる必要がある。しかし、一般には検体内部に存在する欠陥の向きは不明である。もし、被検体への超音波の入射角度を簡単に変更できれば、向きがわからない被検体内部の欠陥を高精度で検出することができる。しかし、これまで開発されている検査ロボットシステムには、超音波の入射角度を簡単に変更できるシステムが組み込まれていないという問題がある。超音波の入射角度を簡単に変更できる超音波センサとして斜角用EMATセンサがある。このセンサでは、超音波の周波数を変更することにより容易に超音波の被検体への入射方向を変更できる。しかしながら、被検体内における超音波特性（伝搬、拡散、減衰、反射）が周波数により変化する。また、この特性変化は、被

検体の材質によって異なる。このため、周波数を変化させて超音波の入射方向を変化させた場合、高い精度での欠陥検出が困難となる。

本論文では、上記の問題を解決するため、センサ部の振動抑制法ならびに新しい超音波の入射角変更法を提案している。

第2章では、超音波センサを配管内側に接触させ、そして、円周方向に走査させる場合のセンサ回転軸の配管中心からのずれを制御する方法を提案している。センサ回転軸中心と配管中心が一致すれば、超音波センサの配管内壁への押しつけ力が一定となりセンサの振動が少なくなる。このことにより、計測精度低下を防ぐことができ、また、走査速度も速くすることができる。この制御を実現するため、まず、センサ回転軸中心の配管中心からのずれを計測する手法を提案している。そして、この計測される中心のずれを零とする位置制御法を開発している。さらに、実験機を用いた実験を通して提案手法の有効性を確認している。

第3章では、構造物の外側から超音波センサを被検体に押し付けながらセンサ部を自動で動かす検査システムにおけるセンサ部の振動抑制法を提案している。この振動システムでの計測器は、センサ部の振動加速度を計測するための比較的安価な加速度センサならびにセンサ部全体を駆動するモータの回転角度センサのみである。この振動抑制法を用いることにより、センサ部の高速移動が可能となる。最後に、実験機を用いた実験を通して、開発した制御法の有効性を確認している。

第4章では、超音波周波数に依存せずに超音波の被検体への入射角度を任意に変更できる新たなEMATシステムを開発している。提案する新たなEMATシステムでは、センサに使用される導体を複数に分割し、各導体に供給する正弦波電流の位相を制御することにより入射角度を任意に変更できる。最後に、実験装置を用いた実験を通し、提案する手法の有効性を確認している。

以上の手法を現在開発されている検査ロボットシステムに応用することにより、高速かつ高精度の検査を行うことができる。

学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、計測精度が向上し、かつ、計測に要する時間が軽減できる新しい超音波検査法が開発されている。本手法は実際への応用に向け大きな貢献を果たしているものと考えられる。なお、審査委員ならびに公聴会出席者から種々の質問がなされたが、いずれも著者から適切な回答がなされ、質問者の理解が得られた。

論文審査および最終試験の結果に基づき、審査委員会にて慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。